

Rec'd PCT/R 15 APR 2005

10/531477

URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ



PCT/PL03/00065

ZASWIADCZENIE

SECO/WARWICK Sp. z o.o.  
Świebodzin, Polska

RECEIVED	
14 JAN 2004	
WIPO	PCT

Politechnika Łódzka  
Łódź, Polska

złożyli w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej dnia 31 października 2002 r. podanie o udzielenie patentu na wynalazek pt. „Sposób nawęglania wyrobów stalowych w podciśnieniu.”

Dołączone do niniejszego zaświadczenie opis wynalazku, zastrzeżenia patentowe są wierną kopią dokumentów złożonych przy podaniu w dniu 31 października 2002 r.

Podanie złożono za numerem P-356921.

Warszawa, dnia 02 kwietnia 2003 r.

z upoważnienia Prezesa

mgr Jowita Mazur  
Specjalista

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

## Sposób nawęglania wyrobów stalowych w podciśnieniu

Przedmiotem wynalazku jest sposób nawęglania wyrobów stalowych, głównie elementów maszyn, pojazdów i wszelkich urządzeń mechanicznych, w piecach próżniowych pod obniżonym ciśnieniem w podwyższonej temperaturze.

Znana jest z patentu USA 6 187 111 metoda nawęglania przedmiotów wykonanych ze stali w komorze pieca, w której wytworzona zostaje próżnia od 1 do 10 hPa a temperatura, w której proces nawęglania, utrzymywana jest w zakresie od 900<sup>0</sup>C do 1100<sup>0</sup>C. Nośnikiem węgla jest w niej gazowy etylen. Inny patent USA, 5 205 873, opisuje proces nawęglania przebiegający w niskim ciśnieniu w komorze pieca podgrzanej do temperatury z zakresu 820<sup>0</sup>C do 1100<sup>0</sup>C. Proces ten rozpoczyna się w komorze, w której wytworzono wstępna próżnię na poziomie 10<sup>-1</sup> hPa w celu usunięcia powietrza. Następnie, po napełnieniu komory czystym azotem wkłada się do niej elementy, które mają być nawęglone. W załadowanej komorze wytwarza się próżnię na poziomie 10<sup>-2</sup> hPa i podgrzewa się wsad do temperatury austenityzacji, utrzymując tą temperaturę do czasu wyrównania temperatury w przekroju nawęglanych elementów, po czym napełnia się komorę pieca wodorem do ciśnienia 500 hPa. Następnie jako nośnik węgla wprowadza się etylen pod ciśnieniem od 10 do 100 hPa i wytwarza się mieszankę gazową, w skład której wchodzi wodór i etylen, gdzie etylen stanowi od 2% do około 60 % udziału objętościowego mieszanki.

Również patent USA, 5 702 540, opisuje metodę nawęglania, gdzie wsad jest podgrzewany w próżni a nośnikiem węgla są gazowe nienasycone węglowodory alifatyczne. Metoda ta może być również zastosowana jako proces węgloazotowania poprzez wprowadzenie do komory pieca nośnika azotu aktywnego równocześnie z podawaniem nośnika węgla.

Sposób nawęglania wyrobów stalowych w podciśnieniu według wynalazku polega na wprowadzeniu nośnika azotu aktywnego podczas nagrzewania wsadu, korzystnie po uzyskaniu temperatury 400° C. Proces wprowadzania nośnika azotu aktywnego kończy chwila, gdy wsad uzyskuje temperaturę niezbędną do rozpoczęcia procesu nawęglania, od której podawany zostaje nośnik węgla. Ciśnienie w komorze pieca w trakcie stałego lub impulsowego wprowadzania nośnika azotu aktywnego powinno być utrzymywane w przedziale od 1 do 500 mbar.

Najkorzystniejsze efekty proces ten daje, jeśli nośnikiem azotu aktywnego jest amoniak a ciśnienie w trakcie jego prowadzenia utrzymywane jest w przedziale od 1 do 50 mbar.

Sposób według wynalazku cechuje się możliwością efektywnego stosowania górnego zakresu temperatur nawęglania dzięki powstrzymaniu rozrostu ziaren austenitu w wyniku wstępnego nasycenia warstwy wierzchniej azotem i w konsekwencji znacznym przyspieszeniem procesu.

Sposób nawęglania wyrobów stalowych w podciśnieniu według wynalazku w jednym z możliwych wykonań obrazują poniższe przykłady:

#### Przykład 1

Do komory pieca próżniowego o wymiarach 200x200x400 mm załadowano elementy ze stali niskowęglowych C15, 16CrMn5 i 17CrNiMo o łącznej powierzchni 0,4 m<sup>2</sup>. Po nagrzaniu ich w próżni do temperatury 400 °C do wnę-

trza komory pieca podano amoniak ze stałą wydajnością 50 l/godzinę utrzymując stałe ciśnienie atmosfery obróbczej 5 mbar. Po osiągnięciu przez elementy stalowe temperatury 950 °C, zaprzestano podawać amoniak, natomiast w stałej temperaturze komory pieca próżniowego przez dwadzieścia minut wprowadzano atmosferę nawęglającą wytworzoną z nośnika węgla w postaci mieszaniny etylenu i acetylu w proporcji objętościowej 1, zmieszanego z wodorem w proporcji objętościowej 1,17, ze stałą wydajnością 190 l/godz., wytwarzając w komorze pieca ciśnienie pulsujące w przedziale od 3 do 8 mbar. Przez kolejne 8 minut elementy stalowe wygrzewano w próżni w temperaturze 950 °C a następnie ochłodzono powoli w próżni do temperatury pokojowej. Na poszczególnych elementach stalowych wytworzono warstwy nawęglone o poniższych parametrach.

Gatunek stali	Stężenie powierzchniowe węgla [%]	Grubość wg kryterium struktury granicznej – 50% perlitu i 50% ferrytu [mm]	Wielkość ziarna austenitu pierwotnego [mm]
C15	0,65	0,40 +/- 0,005	40% -0,008 60%-0,011
16CrMn5	0,71	0,46 +/- 0,005	50%-0,011 50%-0,013
17CrNiMo	0,72.	0,47 +/- 0,005	70%-0,011 30%-0,016

Wszystkie elementy stalowe po nawęglaniu wykazywały czystą błyszczącą powierzchnię bez śladów sadzy i smoły.

### Przykład 2

Do komory pieca próżniowego o wymiarach 200x200x400 mm załadowano elementy ze stali niskowęglowych 16CrMn5 i 17CrNiMo o łącznej powierz-

chni  $0,4 \text{ m}^2$ . Po nagrzaniu ich w próżni do temperatury  $400^\circ\text{C}$  do wnętrza komory pieca podano amoniak ze stałą wydajnością  $50 \text{ l/godzinę}$  utrzymując stałe ciśnienie atmosfery obróbczej  $5 \text{ mbar}$ . Po osiągnięciu przez elementy stalowe temperatury  $950^\circ\text{C}$ , zaprzestano podawać amoniak, natomiast w stałej temperaturze komory pieca próżniowego przez dwadzieścia minut wprowadzano atmosferę nawęglającą wytworzoną z nośnika węgla w postaci mieszaniny etylenu i acetylu w proporcji objętościowej 1, zmieszanego z wodorem w proporcji objętościowej 1,17 ze stałą wydajnością  $190 \text{ l/godz.}$ , tworząc w komorze pieca ciśnienie pulsujące w przedziale od 3 do 8 mbar. Przez kolejne 20 minut elementy stalowe wygrzewano w próżni w temperaturze  $950^\circ\text{C}$  a następnie ochłodzono szybko do temperatury pokojowej w azocie przy ciśnieniu podwyższonym do 6 bar. Na poszczególnych elementach stalowych wytworzono warstwy nawęglone o poniższych parametrach

Gatunek stali	Twardość na powierzchni $[\text{HV}_{01}]$	Grubość wg kryterium twardości granicznej $500 \text{ HV}_{01}$
16CrMn5	744	$0,48 \pm 0,005$
17CrNiMo	820	$0,49 \pm 0,005$

Wszystkie elementy stalowe po nawęglaniu wykazywały czystą błyszczącą powierzchnię bez śladów sadzy i smoły.

### Przykład 3

Do komory pieca próżniowego o wymiarach  $200 \times 200 \times 400 \text{ mm}$  załadowano elementy ze stali niskowęglowych C15, 16CrMn5 i 17CrNiMo o łącznej powierzchni  $0,4 \text{ m}^2$ . Po nagrzaniu ich w próżni do temperatury  $400^\circ\text{C}$  do wnętrza komory pieca podano amoniak ze stałą wydajnością  $50 \text{ l/godzinę}$  utrzymując stałe ciśnienie atmosfery obróbczej  $5 \text{ mbar}$ . Po osiągnięciu przez elementy stalowe temperatury  $1000^\circ\text{C}$ , zaprzestano podawać amoniak, nat-

miast w stałej temperaturze komory pieca próżniowego przez dwadzieścia pięć minut wprowadzano atmosferę nawęglającą wytworzoną z nośnika węgla w postaci mieszaniny etylenu i acetylu w proporcji objętościowej 1, zmieszanej z wodorem w proporcji objętościowej 1,17, przy stałej wydajności 270 l/godz., wytwarzając w komorze pieca ciśnienie pulsujące w przedziale od 3 do 8 mbar. Przez kolejne pięć minut elementy stalowe wygrzewano w próżni w temperaturze 1000 °C a następnie ochłodzono powoli w próżni do temperatury pokojowej. Na poszczególnych elementach stalowych wytworzono warstwy nawęglone o poniższych parametrach

Gatunek stali	Stężenie powierzchniowe węgla [%]	Grubość wg kryterium struktury granicznej – 50% perlitu i 50% ferrytu [mm]	Wielkość ziarna austenitu pierwotnego [mm]
C15	0,66	0,52 +/- 0,005	70%-0,011 30%-0,013
16CrMn5	0,70	0,58 +/- 0,005	50%-0,013 50%-0,016
17CrNiMo	0,70	0,59 +/- 0,005	60%-0,013 40%-0,016

Wszystkie elementy stalowe po nawęglaniu wykazywały czystą błyszczącą powierzchnię bez śladów sadzy i smoły.

mgr Helena Nisztuk  
Rzecznik patentowy  
Wpis UP RP nr 2300

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób nawęglania wyrobów stalowych w podciśnieniu z wprowadzeniem nośnika azotu aktywnego do komory pieca próżniowego *znamienny tym*, że nośnik azotu aktywnego wprowadzany jest podczas nagrzewania wsadu do chwili uzyskania przez wsad temperatury procesu nawęglania przy utrzymywaniu w komorze pieca ciśnienia od 1 do 500 mbar.
2. Sposób według zastrz.1 *znamienny tym*, że nośnik azotu aktywnego może być wprowadzany do komory pieca w sposób ciągły lub impulsowy.
3. Sposób według zastrz.1 *znamienny tym*, że najkorzystniej jest aby w trakcie wprowadzania nośnika azotu aktywnego ciśnienie było utrzymywane w przedziale do 1 do 50 mbar.
4. Sposób według zastrz.1 *znamienny tym*, że korzystnie jest rozpocząć wprowadzanie nośnika azotu aktywnego od temperatury wsadu  $400^0$  C.
5. Sposób według zastrz.1 *znamienny tym*, że najkorzystniej jest aby nośnikiem azotu aktywnego był amoniak.

mgr *Helena Nisztuk*  
Rzecznik patentowy  
Wpis UP RP nr 2300